

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-061657  
 (43) Date of publication of application : 28.02.2002

(51) Int.CI. F16C 33/66  
 F16C 19/16  
 F16C 19/36  
 F16C 33/58

(21) Application number : 2001-111107 (71) Applicant : NTN CORP  
 (22) Date of filing : 10.04.2001 (72) Inventor : MORI MASATSUGU  
 OTA YOSHIMI  
 UEDA KEIICHI  
 KOBAYASHI UMEMITSU  
 UMEMOTO TAKEHIKO

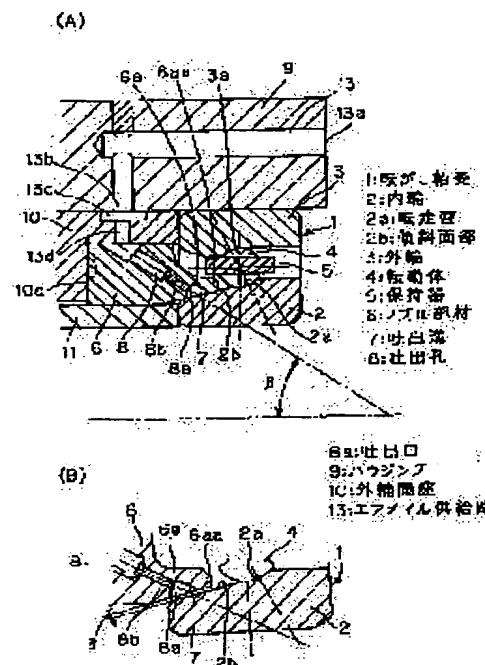
(30) Priority  
 Priority number : 2000162331 Priority date : 31.05.2000 Priority country : JP

## (54) AIR OIL LUBRICATION STRUCTURE FOR ROLLING BEARING

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the noise during the operation and the amount of the air to be supplied in a rolling bearing applying the air oil lubrication.

**SOLUTION:** A slant face part 2b is mounted on an outside cylindrical surface of an inner ring 2 of a rolling bearing 1, and a nozzle member 6 is mounted along the slant face part 2b at an interval. An air oil discharging groove 7 is circumferentially formed on the nozzle member 6, and an air oil discharging hole 8 is opened in the discharging groove 7. The discharging hole 8 is directed to the slant face part 2b to allow the discharged air oil to be directly sprayed onto the inner ring slant face part 2b, and inclined to the slant face part 2b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

DESI AVAILBLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-61657

(P2002-61657A)

(43)公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl.

F 16 C 33/66  
19/16  
19/36  
33/58

識別記号

F I

F 16 C 33/66  
19/16  
19/36  
33/58テマコート(参考)  
Z 3 J 10 1

(21)出願番号 特願2001-111107(P2001-111107)  
 (22)出願日 平成13年4月10日 (2001.4.10)  
 (31)優先権主張番号 特願2000-162331(P2000-162331)  
 (32)優先日 平成12年5月31日 (2000.5.31)  
 (33)優先権主張国 日本 (JP)

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全9頁)

(71)出願人 000102692  
 エヌティエヌ株式会社  
 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
 (72)発明者 森 正繼  
 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
 ティエヌ株式会社内  
 (72)発明者 太田 好美  
 三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
 ティエヌ株式会社内  
 (74)代理人 100086793  
 弁理士 野田 雅士 (外1名)

最終頁に続く

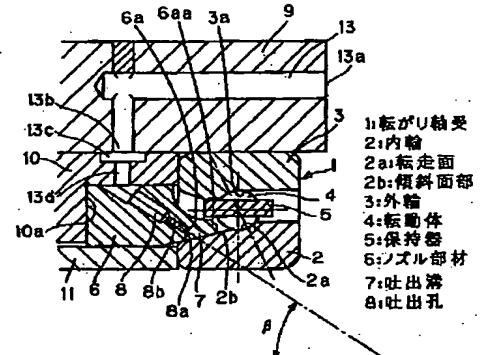
(54)【発明の名称】 転がり軸受のエアオイル潤滑構造

## (57)【要約】

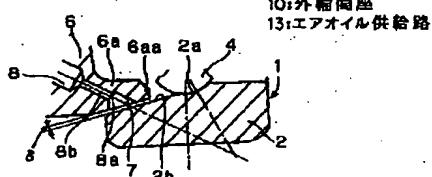
【課題】 エアオイル潤滑を使用した転がり軸受において、運転中に生じる騒音の低減と、搬送エア量の削減を可能にする。

【解決手段】 転がり軸受1の内輪2の外径面に斜面部2bを設け、斜面部2bに隙間を持って沿うノズル部材6を設ける。ノズル部材6に、エアオイルの吐出溝7を円周方向に延びて設け、この吐出溝7内に開口するエアオイルの吐出孔8を設ける。吐出孔8は、吐出したエアオイルが内輪斜面部2bに直接に吹き付け可能のように斜面部2bに向け、かつ斜面部2bに対して傾斜角度を持たせる。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、このノズル部材に、前記斜面部に對面して開口するエアオイルの吐出溝を円周方向に延びて設け、前記ノズル部材に、前記吐出溝内に吐出口が開口するエアオイルの吐出孔を設けた転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項2】 前記吐出口を、吐出したエアオイルが内輪の斜面部に直接に吹き付けられるように前記斜面部に向け、かつ斜面部に對して傾斜角度を持って設けた請求項1記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項3】 前記ノズル部材の先端を、保持器の内径面と内輪の外径面の間における転動体の近傍に位置させた請求項1または請求項2記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項4】 内輪の前記斜面部の傾斜角度を、前記吐出孔から吐出されたエアオイル中の前記斜面部に付着した潤滑油が、内輪の回転による遠心力とオイルの表面張力によって前記転走面へ流れる角度とした請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項5】 前記転がり軸受がアンギュラ玉軸受である請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項6】 前記転がり軸受が円筒ころ軸受である請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、工作機械主軸用の転がり軸受等に適用されるエアオイル給油による潤滑構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】工作機械の主軸装置は、加工能率を上げるために高速化の傾向にある。このため、軸受の潤滑も、搬送エアに潤滑用オイルを混合して、内輪転走面に直接に噴きつけるエアオイル給油が増加しつつある。図14は、アンギュラ玉軸受における従来のエアオイル潤滑構造を示したものである。ハウジング51の供給口52より供給される搬送エアと潤滑油は、外輪間座53に設けたエアオイル噴射孔54から内輪55の転走面55aに向けて噴射される。噴射孔54の孔径は、1.2mm程度、搬送エアの圧力は約3kgf/cm<sup>2</sup>であり、噴射孔54の出口部でのエア速度はかなりの高速となっている。高速にする理由は、転動体56が公転することで生じる風圧に打ち勝って転走面55aに潤滑油を到達させるためであり、高速回転になる程、エア速度を速くする必要がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】エア速度を速くするには、噴射孔54の孔径を小さくする方法と、搬送エア圧力を上昇させる方法が考えられる。しかし、噴射孔54の径は、ごみ等による目詰まりの防止のため、小さくすることが出来ず、そのため搬送エア圧力を上昇させて速度を増すしかない。このように噴射孔54からのエア速度を増すことは、エア量の増加によるエネルギー消費の増加と共に、転動体56の公転が及ぼすエア流の遮断・貫通の繰り返しによる騒音（風切り音）の問題が生じる。

10 昨今の環境、省エネ、省資源の観点から、これらの問題の早期対策が望まれている。このように、工作機械主軸用軸受の高速化要求に対して、利用が増えつつあるエアオイル潤滑の騒音の低減と省エネ対策が大きな課題となっている。

【0004】この発明の目的は、エアオイル潤滑を使用した転がり軸受において、運転中に生じる騒音の低減と、搬送エア量の削減を可能にする潤滑構造を提供することである。この発明の他の目的は、低騒音化と共に、高速運転時における軸受内部への潤滑油供給の確実を図ることである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明のエアオイル潤滑構造は、転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、このノズル部材に、前記斜面部に對面して開口するエアオイルの吐出溝を円周方向に延びて設け、前記ノズル部材に、前記吐出溝内に吐出口が開口するエアオイルの吐出孔を設けたものである。搬送エアに混合された潤滑油であるエアオイルをノズル部材の吐出孔から吐出させると、吐出されたエアオイルは、吐出溝を通じて内輪の斜面部とノズル部材間の隙間に導入される。この隙間に導入されたエアオイルは、軸受運転時にこの斜面部とノズル部材間の隙間で生じる負圧吸引作用によって軸受内部へ導かれ、また斜面部に付着した潤滑油の表面張力と、遠心力の斜面部大径側への分力により、軸受内部の転走面あるいは保持器内径面へ導かれる。このように、内輪の斜面部にエアオイルを供給し、転動体の転走経路へは直接にエアオイルを噴出させないため、転動体の公転による風切り音の発生がなく、騒音が低下する。また、エアの噴射によるオイル供給ではなく、内輪の斜面部に供給されたエアオイルを内輪の回転で軸受内に導くようにしたため、使用するエアは、内輪の斜面部までオイルを搬送する役目で良く、使用量を減らせる。そのため、エア量削減による省エネ効果も期待できる。

【0006】この発明において、前記吐出口を、吐出したエアオイルが内輪の斜面部に直接に吹き付けられるように前記斜面部に向け、かつ斜面部に對して傾斜角度を持って設けても良い。このように、エアオイルを内輪の斜面部に直接に吹き付けるようにした場合、つまり吐出

口から吐出溝の内面に吹き付けるのではなく、内輪の斜面部に吹き付けるようにした場合、斜面部にオイルが付着し易く、また吹き付け力によってもエアオイルが軸受内部へ流入する。吐出口の吐出方向の傾斜角度は、吐出口から噴射されたエアが直接に内輪の斜面部に吹き付けられ、かつ噴射流による転動体の風切り音への影響が大きくならない範囲で決定する。この構造とすることにより、エアオイルは軸受内部へ流入し易くなり、内輪と転動体との接触部への潤滑油供給が良好となる。

【0007】この発明において、前記ノズル部材の先端を、保持器の内径面と内輪の外径面の間における転動体の近傍に位置させても良い。このように、ノズル部材の先端を転動体の近傍に位置させることにより、エアオイル中の潤滑油を、できるだけ転動体に近い位置に流入させることができ、潤滑油供給の確実性が増す。

【0008】この発明において、内輪の前記斜面部の傾斜角度を、前記吐出孔から吐出されたエアオイル中の前記斜面部に付着した潤滑油が、内輪の回転による遠心力とオイルの表面張力によって前記転走面に供給される角度とすることが好ましい。内輪の斜面部の傾斜角度は、軸受サイズ、実用回転数、使用潤滑油によって適宜の値に設定することが好ましく、これにより軸受内部への潤滑油供給がより一層良好に行える。

【0009】この発明において、前記転がり軸受はアンギュラ玉軸受であっても良い。アンギュラ玉軸受は、一般に内輪の外径面の片側部分がカウンタボアとされるため、そのカウンタボアをエアオイル供給のための斜面部に利用でき、エアオイル供給のために斜面部を特に形成する必要がない。この発明において、前記転がり軸受は円筒ころ軸受であっても良い。円筒ころ軸受において、内輪が鍔無しのものである場合、内輪の転走面の両側における内輪外径面はテープ面とされているものが多い。このような内輪形状の軸受である場合、そのテープ面を、エアオイル供給のための斜面部に利用でき、エアオイル供給のために斜面部を特に形成する必要がない。

【0010】

【発明の実施の形態】この発明の第1の実施形態を図1および図2と共に説明する。転がり軸受1は、内輪2と外輪3の転走面2a, 3a間に複数の転動体4を介在させたものである。転動体4は、例えばボールからなり、保持器5のポケット(図示せず)内に保持される。この転がり軸受1の内輪2の外径面に、転走面2aに続く斜面部2bを設け、この斜面部2bに隙間 $\delta$ を持って沿うノズル部材6を設ける。斜面部2bは、内輪2の幅面から転走面2aに続いて設け、また内輪2の反負荷側(軸受背面側)の外径面に設ける。転がり軸受1がアンギュラ玉軸受である場合、内輪2のカウンタボアを設ける部分の外径面が上記斜面部2bとされる。

【0011】ノズル部材6は、その先端部6a.aを保持器5の内径面と内輪2の外径面の間における転動体4の

近傍に位置させる。ノズル部材6は、リング状の部材であって、転がり軸受1に軸方向に隣接して設けられ、側面の内径部から軸方向に伸びる鍔状部6aを有している。この鍔状部6aは、内径面が内輪2の斜面部2bと同一角度の傾斜面に形成されて、保持器5の直下まで伸び、その先端がノズル部材6の前記先端部6a.aとなる。ノズル部材6の鍔状部6aと内輪2の斜面部2bとの間の隙間 $\delta$ は、内輪2と軸との嵌合、および内輪2の温度上昇と遠心力による膨張とを考慮し、運転中に接触しない範囲で出来るだけ小さな寸法に設定される。

【0012】ノズル部材6は、内輪斜面部2bに対面して開口するエアオイルの吐出溝7を有し、この吐出溝7に吐出口8aが開口する吐出孔8が設けられている。吐出溝7は円周方向に延び、環状に形成されている。吐出孔8は、ノズル部材6の円周方向の1か所または複数箇所に設けられている。吐出孔8は、吐出したエアオイルが内輪斜面部2bに直接に吹き付け可能なように、吐出口8aの吐出方向を斜面部2bに向け、かつ斜面部2bに対して吐出方向が傾斜角度 $\beta$ を持つように設けられている。吐出溝7は、吐出孔8から斜面部2bへの直接の吹き付けを阻害しない断面形状とされている。

【0013】ノズル部材6は、軸受1の外輪3を取付けたハウジング9に取付けられる。ノズル部材6のハウジング9への取付けは、外輪間座10を介して行っても、直接に行っても良い。図1の例は、外輪間座10を介して取付けた例であり、外輪間座10の一側面の内径部に形成した環状の切欠凹部10aに、ノズル部材6を嵌合状態に設けてある。ノズル部材6の軸受外の部分の内径面は、内輪間座11に対して接触しない程度に近接している。ノズル部材6をハウジング9に直接に取付ける場合は、例えば図3に示すように設けられ、ノズル部材6が外輪間座を兼ねるものとできる。

【0014】ノズル部材6の吐出孔8は、その吐出口8aの近傍部8bが一般部よりも小径の絞り孔に形成されている。吐出孔8の入口は、ハウジング9からノズル部材6にわたって設けられたエアオイル供給路13に連通している。エアオイル供給路13は、ハウジング9にエアオイル供給口13aを有し、ハウジング9の内面にハウジング部出口13bを有している。ハウジング部出口13bは、外輪間座10の外径面に設けられた環状の連通溝13cに連通し、連通溝13cから、径方向に貫通した個別経路13dを介して、ノズル部材6の各吐出孔8に連通している。エアオイル供給口13aは、圧縮した搬送エアに潤滑油を混合させたエアオイルの供給源(図示せず)に接続されている。

【0015】図2は、図1の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を応用したスピンドル装置の一例を示す。このスピンドル装置は、工作機械に応用されるものであり、主軸15の端部に工具またはワークのチヤックが取付けられる。主軸15は、軸方向に離れた複

数の転がり軸受1により支持されており、これらの転がり軸受1に、図1の例のエアオイル潤滑構造が採用されている。各転がり軸受1の内輪2は主軸1-5の外径面に嵌合し、外輪3はハウジング9の内径面に嵌合している。これら内外輪2、3は、内輪押さえ2-5および外輪押さえ2-6により、ハウジング9内に固定されている。ハウジング9は、内周ハウジング9Aと外周ハウジング9Bの二重構造とされ、内外のハウジング9A、9B間に冷却媒体流路1-6が形成されている。内周ハウジング9Aは、その一部を図1に示したものであり、前記エアオイル供給路1-3およびそのエアオイル供給口1-3aが設けられている。ハウジング9は、支持台1-7に設置され、ボルト1-8で固定されている。スピンドル装置に応用する場合、外輪間座1-0と内輪間座1-1間の径方向隙間部が、内輪斜面部2-bの負圧吸引作用で負圧とならないように、大気開放孔をハウジング9に設けることが好ましい。また、ハウジング9には、内径面における軸受1の設置部近傍にエアオイル排出用溝2-2が設けられ、このエアオイル排出用溝2-2から大気開放されるエアオイル排出用流路2-3が設けられる。

【0016】上記構成のエアオイル潤滑構造の作用を説明する。図1のエアオイル供給口1-3aより供給されたエアオイルは、ノズル部材6の吐出孔8を経て内輪2の斜面部2-bに噴射される。斜面部2-bに噴射されたエアオイルは、次の形態で軸受1の潤滑に寄与する。

①内輪斜面部2-bとノズル部材6間の隙間を経て、吹き付け力によって直接に軸受1の内部に流入する。

②内輪斜面部2-bに付着した潤滑油は、その表面張力と遠心力による生じる斜面大径側への分力により、軸受1の内部へ流入する。

③円周溝状の吐出溝7に滞留するエアオイルは、内輪斜面部2-bとノズル部材6間の隙間で生じる負圧吸引作用により軸受内部側へ流れ、ノズル部材6の先端部6-aから遠心力により転動体4または保持器7の内径面に付着し、軸受各部の潤滑油として寄与する。

【0017】このように、内輪2の斜面部2-bにエアオイルを供給し、転動体4の転走経路へは直接にエアオイルを噴出させないため、転動体4の公転による風切り音の発生がなく、騒音が低下する。また、エアの噴射によるオイル供給ではなく、内輪2の斜面部2-bに供給されたエアオイルを内輪2の回転で軸受1内に導くようにしたため、使用するエアは、内輪2の斜面部2-bまでオイルを搬送する役目で良く、使用量を減らせる。そのためエア量削減による省エネ効果も期待できる。また、この実施形態の場合、エアオイルを内輪斜面部2-bに直接に吹き付けるため、斜面部2-bにオイルが付着しやすく、また吹き付け力によってもエアオイルが軸受内部へ流入する。吐出孔8の吐出方向の傾斜角度βは、吐出孔8から噴射されたエアが直接に内輪斜面部2-bに吹き付けられ、かつ噴射流による転動体4の風切り音への影響が大

きくならない範囲で決定する。この構造とすることにより、エアオイルは軸受内部へ流入し易くなり、内輪2と転動体4との接触部への潤滑油供給が良好となる。また吐出孔8の出口部8-aが細径であるため、流速が増し、吐出エア温度が下がる。この低温エアが近距離より内輪2に吹き付けられるため、内輪温度の低減が期待できる。

【0018】図4は、この発明のさらに他の実施形態（第3の実施形態）を示す。この実施形態は、図1に示す第1の実施形態において、次の構成を変えたものである。違いを説明すると、外輪間座1-0に設けられるエアオイル供給路1-3c、1-3dを、ノズル部材6の軸方向の横側に配置し、ノズル部材6の吐出孔8の大部分を軸方向と平行に設けている。吐出孔8における吐出溝7に開口する吐出口8-aの近傍部8-bは、内輪斜面部2-bに向くように傾斜させてある。これにより、図1の例と同様に、吐出したエアオイルが内輪斜面部2-bに直接に吹き付け可能なように、吐出口8-aの吐出方向が斜面部2-bに向けられ、かつ斜面部2-bに対して吐出方向が傾斜角度βを持つようになれる。吐出孔8の吐出口近傍部8-bは、一般部よりも小径の絞り孔としてある。ノズル部材6における吐出口8の入口部の周囲には、円周溝を設けてOリング等のシール部材3-6を設け、外輪間座1-0とノズル部材8とをボルト等の締め付け具（図示せず）で締め付け固定することにより、エアオイル供給路1-3dと吐出孔8との連通部からエアオイルが漏れることを防止している。

【0019】この構成の場合、外輪間座1-0の内径面部3-5とノズル部材6との嵌め合いはルーズとすることが可能となる。図1の例と異なり、エアオイルの供給路1-3c、1-3dが、外輪間座1-0とノズル部材6との嵌め合い部を通過しないため、嵌め合い部は旋削加工でも可能である。この実施形態におけるその他の構成、効果は、図1に示す第1の実施形態と同じである。

【0020】図5は、この発明のさらに他の実施形態（第4の実施形態）を示す。この実施形態は、図1に示す第1の実施形態において、転がり軸受1を円筒ころ軸受1Aに変えたものである。円筒ころ軸受1Aは、外輪3-Aが両鍔付きで、内輪2-Aが鍔無しのものとされ、内外輪2-A、3-Aの転走面2-a、3-a間に、円筒ころからなる複数の転動体4-Aが介在している。各転動体4-Aは、保持器5-Aに保持されている。内輪2-Aの外径面における転走面2-aの両側部分は、転走面2-aに続く斜面部2-b、2-cとされている。ノズル部材6は、図1の例と同じ構成の吐出孔8および吐出溝7を有しており、吐出孔8の吐出溝7に開口する吐出口8-aは、吐出したエアオイルが内輪斜面部2-bに直接に吹き付け可能なように吐出方向が斜面部2-bに向けられ、かつ斜面部2-bに対して吐出方向が傾斜角度β（図1）を持つようになされている。

【0021】内輪2Aの転走面2aの両側における斜面部2b、2cは、内輪鍔無し型の一般の円筒ころ軸受において内輪外径面に設けられるテーパ面と同じである。このテーパ面を、エアオイル供給のための斜面部2bに利用している。そのため、エアオイル供給のために斜面部を特に形成する必要がない。この実施形態におけるその他の構成、効果は、図1に示す第1の実施形態と同じである。

【0022】図6および図7は、それぞれこの発明のさらに他の実施形態(第5の実施形態および第6の実施形態)を示す。これらの実施形態は、図5に示す第4の実施形態において、円筒ころ軸受1Aの保持器5Aを、櫛型の保持器5Bに代えたものである。図5の例の保持器5Aは、かご型であり、円筒ころからなる転動体4Aを込み込むポケット形状をしているが、櫛型の保持器5Bは、円筒ころからなる転動体4Aの3方を囲み、一方は開放されるポケット形状となっている。そのため、転動体4Aに対して保持器5Bが抜けてくる構造となっている。そのため、櫛型の保持器5Bの円環部の側面に接するドーナツ型の案内用側板19を設けて保持器5Bが軸方向に抜けないようにしている。案内用側板19は、内輪2Aおよび外輪3Aのうちの鍔付き側の部材に対して、ノズル部材6と反対側の鍔部において固定されている。具体的には、鍔部先端の軸受幅方向の外側部分に全周に渡る切欠部を設け、その切欠部に案内用側板19の一部を嵌合させて、その鍔部に隣接する間座と鍔部とで挟み込む状態に案内用側板19を固定している。

【0023】図6の例は、図5の例とは逆に内輪2Aを両鍔付きとして外輪3Aを鍔無しとしており、図7の例は図5の例と同様に内輪2Aを鍔なしとして外輪3Aを両鍔つきとしてある。なお、図6および図7の実施形態において、外輪間座10に設けられるエアオイル供給路13c、13dは、図4の実施形態と同様に、ノズル部材6の軸方向の横側に配置している。ノズル部材6の吐出孔8は、入口部だけを軸方向と平行に設け、吐出孔8の残り部分を斜面部2bに向くように傾斜させてある。これら第5、第6の実施形態におけるその他の構成は、図1に示す第1の実施形態と同じである。

【0024】図8は、この発明のさらに他の実施形態(第7の実施形態)にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を示す。この例では、ノズル部材6Aに設けた吐出孔8が、吐出溝7内に軸方向に平行にエアオイルを噴き出すように設けられている。吐出溝7は、吐出孔8に対面する溝内側面が、噴き出されたエアオイルを内輪斜面部2b側へ案内できる傾斜面に形成されている。ノズル部材6Aは、ハウジング9の内径面に直接に取付けられ、外輪間座を兼用する。ノズル部材6Aは、ハウジングに直接に取付ける代わりに、図1の例の外輪間座10に設けた切欠四部10aに嵌合させて取付けるものとしても良い。この実施形態におけるその他の構成は、特に

説明した事項を除き、図1の例と同じである。この実施形態における構成のノズル部材6Aを設ける場合も、図5の例と同様に、軸受1が円筒ころ軸受であっても良い。

【0025】図9は、図8の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を採用したスピンドル装置の一例を示す。このスピンドル装置は、ノズル部材6Aの吐出孔8の構成が異なる他は、図2の例のスピンドル装置と同じである。

10 【0026】この実施形態の場合、エアオイル供給口13aより供給されたエアオイルは、ノズル部材6Aの吐出孔8を経て円周溝状の吐出溝7に導かれる。ここで、エアオイル中の潤滑油の一部は、内輪斜面部2bに付着し、潤滑油の表面張力と、遠心力の斜面大径側への分力により、内輪転走面2a側へ斜面部2bを付着しながら流れ、内輪転走面2aの潤滑を行う。また、吐出溝7で内輪斜面部2bに付着しなかった潤滑油は、斜面部2bの隙間δで生じる負圧吸引作用により、内輪斜面部2bに対向するノズル部材6Aの内径部を伝わりながら転動体4側へ流れ、ノズル部材6Aの先端6a aで遠心力により転動体4または保持器5の内径面に付着し、軸受各部の潤滑に寄与することができる。

【0027】内輪斜面部2bの傾斜角度αは、実用回転数が高速になる程大きくする必要があり、また軸受サイズ、使用潤滑油によって適正な範囲に設定する必要がある。目標とする高速運転条件  $d n 200$  万 ( $\phi 100\text{mm} \times 20000\text{r.p.m.}$ ) とすれば、その角度は次の試験例からわかるように概ね13度であり、設計的にも十分加工できる角度である。

30 【0028】図11は、斜面に油が付着し、その油が斜面を付着しながら流れの特性について確認した結果を示したものである。確認には、図10に示す外径面が傾斜面(斜面角度θ)となったリング状部材50を用い、油の供給にノズル51を用いた。リング状部材50は、小径端の外径Rが57mm、軸方向幅Bが15mmの物を用いた。確認方法は、工作機械主軸軸受の潤滑油としてよく使用される粘度2.2cStの油を回転数毎に10mg/hの量で斜面小径側に付着させ、その量の100%が大径側より飛散するところの斜面角度と回転数を見たものである。同図より、角度を大きくとる程、斜面に付着した流れが生じ易く、5度で10000r.p.m.、9度で15000r.p.m.、13度で20000r.p.m.までの斜面上の付着流れが可能であることがわかる。

【0029】つぎに、図1の実施形態(吐出孔8から内輪斜面部2bに直接にエアオイルを吹き付ける例)と、図8の実施形態(吐出孔8から吐出溝7の内壁面にエアオイルを吹き付けて内輪斜面部2bに導く例)との作用を比較した実験結果を説明する。下記の実験結果からもわかるように、図1の実施形態のように、ノズル部材6の吐出孔8を、吐出エアオイルが内輪斜面部2bに直接

に吹き付け可能なものとした場合は、高速運転時における軸受内部への潤滑油供給の確実を図ることができ、軸受1の耐焼付き性が向上し、より一層高速までの使用が可能になる。

【0030】図12は、図2、図9のスピンドル装置を使用し、図1の実施形態（第1実施形態）と図8の実施形態（第7実施形態）の回転数と軸受温度の関係について比較した結果を示したものである。同一エアオイル供給条件において、第7実施形態のノズル構造の場合19000 rpmにて軸受焼き付きに至ったのに対し、第1実施形態のノズルでは20000 rpmの運転が可能であり、軸受温度上昇も低い（17000 rpm以上において）ことが判る。第7実施形態のノズルの焼き付き発生は、潤滑油の不足に起因したものであると推測され、第1実施形態のノズル構造を使用することで、軸受内への潤滑油供給量が増加し、耐焼付き性の向上が認められた。

【0031】図13は、従来ノズル（図14）と第1実施形態（図1）のノズル構造の騒音特性比較を行った結果例を示す。同図（A）は第1実施形態の結果、同図（B）は従来ノズルの結果をそれぞれ示す。これらの結果は、回転数14000 rpmの時のものである。従来ノズルにおける4150 Hzのピークは、ノズルからの吐出エア流を転動体4が通過することで生じる風切り音の成分であり、転動体4の通過周期に一致している。第1実施形態のノズル構造については、転動体通過周期のピークは認められるが、従来ノズルに比べ、26 dBの低減があった。騒音値（14000 rpm）で見ると、従来ノズルが104 dBであるのに対し、第1実施形態ノズルは86 dBであり、騒音も大きく低減している。

【0032】なお、前記各実施形態は、単列のアンギュラ玉軸受、および単列の円筒ころ軸受の場合につき説明したが、この発明のエアオイル潤滑構造は、複列のアンギュラ玉軸受や、複列の円筒ころ軸受、その他の転がり軸受一般に適用することができる。

【0033】

【発明の効果】この発明の転がり軸受のエアオイル潤滑構造は、転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、このノズル部材に、前記斜面部に対して開口するエアオイルの吐出溝を円周方向に延びて設け、前記ノズル部材に、前記吐出溝内に吐出口が開口するエアオイルの吐出孔を設けたため、エアオイル潤滑を使用した転がり軸受において、運転中に生じる騒音の低減と、搬送エア量の削減を可能にする。前記吐出口を、吐出したエアオイルが内輪の斜面部に直接に吹き付け可能なように前記斜面部に向け、かつ斜面部に対して傾斜角度を持って設けた場合は、低騒音化と共に、高速運転時における軸受内部への潤滑油供給の確実を図ること

ができる。これにより、軸受の耐焼付き性が向上し、より一層高速までの使用が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】（A）はこの発明の第1の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図、（B）はその部分拡大図である。

【図2】同エアオイル潤滑構造を採用したスピンドル装置の断面図である。

【図3】この発明の第2の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図4】この発明の第3の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図5】この発明の第4の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図6】この発明の第5の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図7】この発明の第6の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図8】この発明の第7の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図9】同エアオイル潤滑構造を採用したスピンドル装置の断面図である。

【図10】斜面角度と付着流れの限界回転数の実験に使用した設備の説明図である。

【図11】斜面角度と付着流れの限界回転数の関係を示す実験例のグラフである。

【図12】第1実施形態および第7実施形態における回転数と外輪温度との関係を示すグラフである。

【図13】（A）、（B）は、それぞれ第1実施形態および従来例における騒音特性を示すグラフである。

【図14】従来例の断面図である。

【符号の説明】

1…転がり軸受

1A…転がり軸受

2…内輪

2A…内輪

2a…転走面

2b…斜面部

3…外輪

3A…外輪

4…転動体

5…保持器

6…ノズル部材

6A…ノズル部材

7…吐出溝

8…吐出孔

8a…吐出口

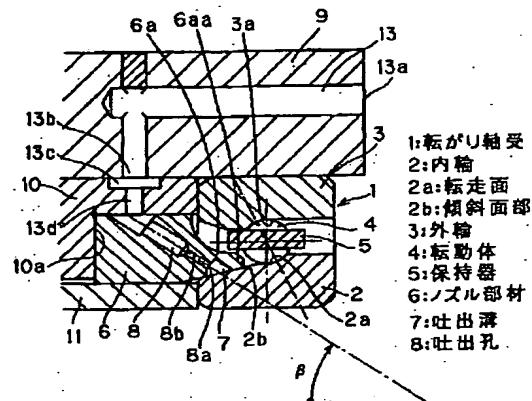
9…ハウシング

10…外輪間座

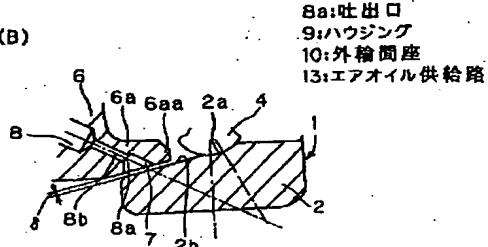
50 13…エアオイル供給路

【図1】

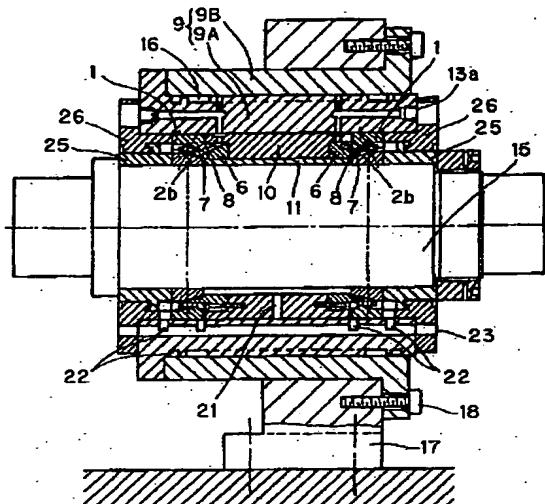
(A)



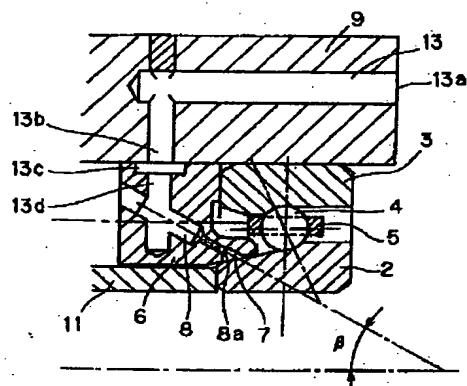
(B)



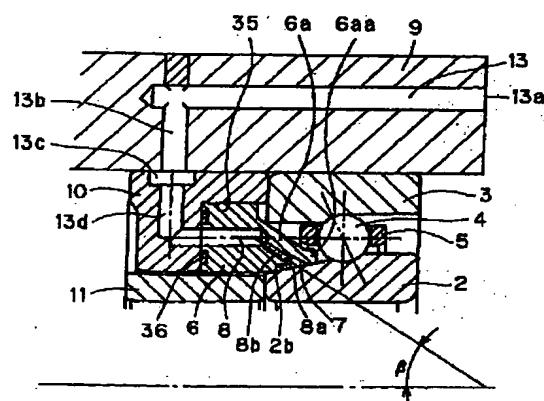
【図2】



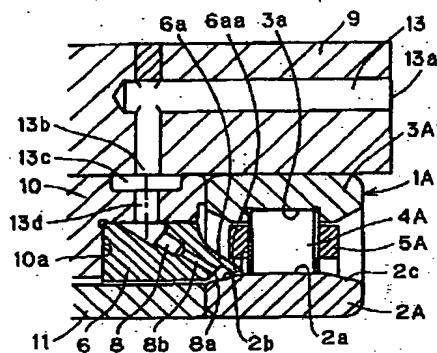
【図3】



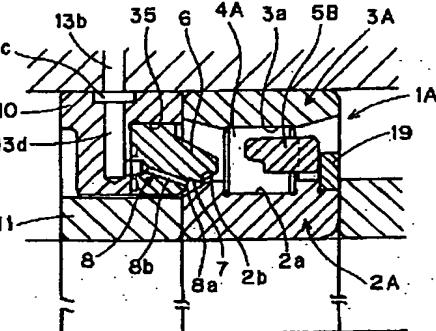
【図4】



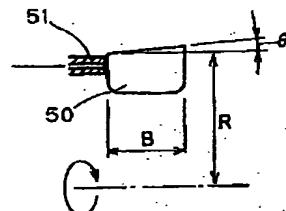
【図5】



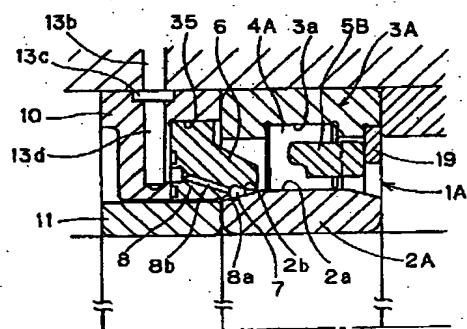
【図6】



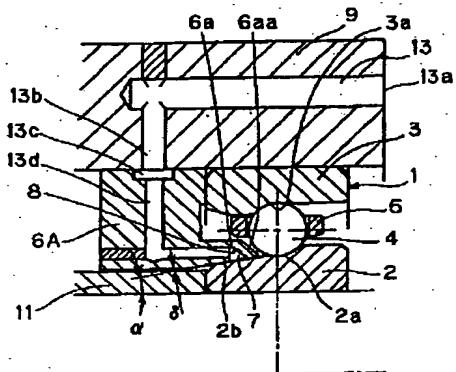
【図10】



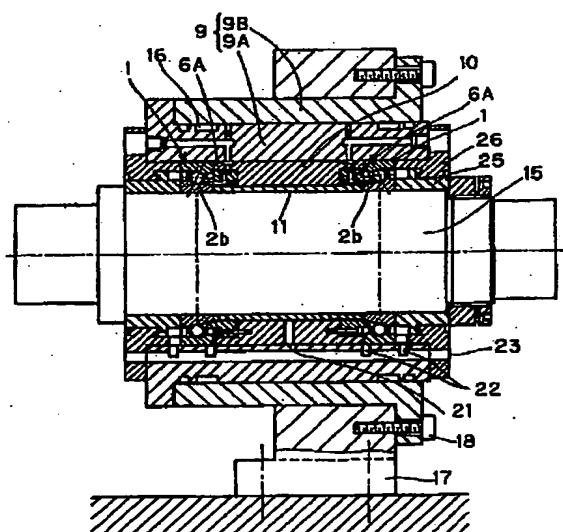
【図7】



【図8】

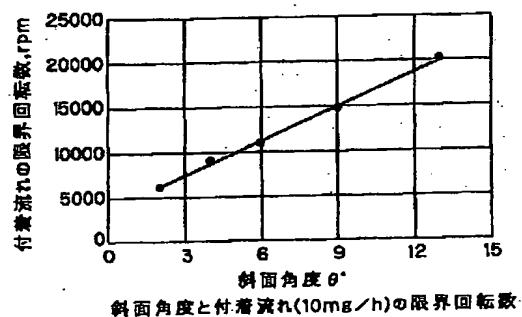


【図9】

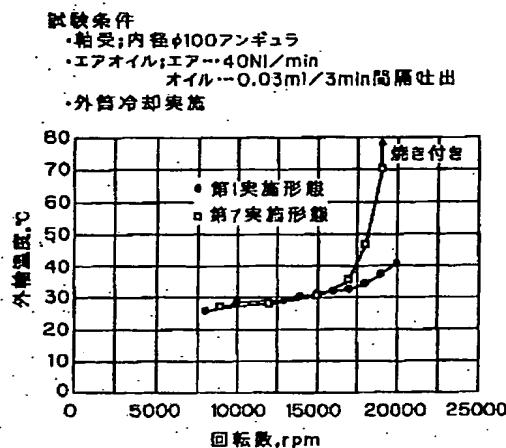


【図11】

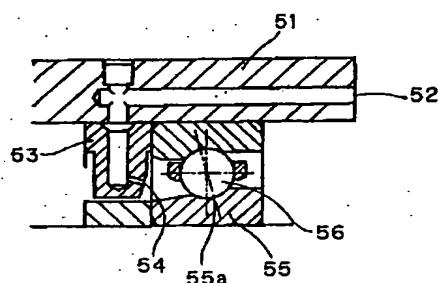
確認条件  
 • 使用油粘度: 22cSt  
 • 斜面小径側寸法: R57mm  
 • 斜面の長さ: 15mm  
 • 斜面の粗さ: Ra0.45(研削仕上)  
 • 吐出油量: 各回転数毎 10mg/h



【図12】

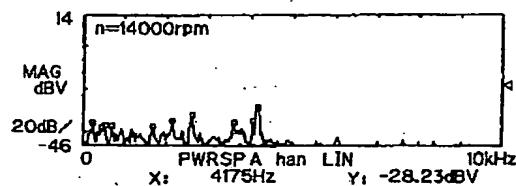


【図14】

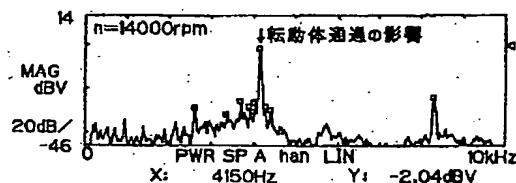


【図13】

(A) 第1実施形態



(B) 従来例



フロントページの続き

(72)発明者 植田 敬一  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(72)発明者 小林 梅光  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

(72)発明者 梅本 武彦  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

Fターム(参考) 3J101 AA02 AA13 AA32 AA42 AA52  
AA54 AA62 BA53 BA56 BA71  
BA77 CA06 CA07 CA08 FA01  
FA32 FA33 GA31

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (usptc)